



ACM, 2007, Vol. 52 No. 3, Pages 48-56.

11. Jishnu Mukerji, Joaquin Miller. Overview and guide to OMG's architecture. OMG, June 2003.

12. Чистяков В. R# - метапрограммирование в .NET. RSDN Magazine №5, 2004.

Н.В. Ефимушкина

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Самарский государственный технический университет)

Описывается подход к разработке имитационных моделей высокопроизводительных вычислительных систем, таких как многопроцессорные комплексы разной структуры, а также подсистемы памяти этих комплексов. Моделирующие программы разработаны студентами под руководством автора и успешно применяются в СамГТУ в течение ряда лет. Авторы программ награждены дипломами Всероссийского конкурса студенческих работ по естественным наукам.

Введение

Общеизвестно, что высокопроизводительные вычислительные системы характеризуются сложными структурами и режимами функционирования. Для изучения особенностей их работы используются методы теории вычислительных систем (ВС) [1, 3]. Наиболее достоверные результаты позволяют получить эксперименты непосредственно над объектом в реальных или специально созданных условиях. Высокая сложность высокопроизводительных систем ограничивает применение этих методов для обучения студентов.

Формулировка проблемы

Наиболее перспективными представляются методы имитационного моделирования, которые предполагают описание системы в виде алгоритма, который называют имитационной моделью. Соответствующая программа содержит процедуры, воспроизводящие структуру системы и протекающие в ней процессы. Важнейшее свойство имитационного моделирования — универсальность. Метод позволяет исследовать системы любой сложности, учитывать влияние различных факторов и воспроизводить типовые ситуации. Важной особенностью описываемого метода является возможность использования средств визуализации, которые обеспечивают лучшее усвоение материала, в особенности студентами.

В настоящее время из аналогов автору известен только пакет программ имитационного моделирования компьютерных сетей, Ornet. Этот пакет не пригоден для изучения вычислительных комплексов, которые получили широкое распространение в качестве серверов и кластеров. Описываемый комплекс включает в себя модели именно таких объектов.



При разработке моделей решался целый ряд проблем:

- 1) Выбор основных элементов исследуемых систем, которые должны быть отображены в модели;
- 2) Определение уровня детализации параметров объекта;
- 3) Оценка адекватности модели.

При решении первой проблемы в качестве объектов исследования были выбраны:

- a) Центральная часть многопроцессорного комплекса, содержащая центральные процессоры и модули памяти;
- b) Многоуровневая подсистема памяти вычислительных комплексов.

В моделях необходимо было отобразить основные элементы систем, которые определяют особенности их функционирования. Например, важнейшими элементами многопроцессорных комплексов являются процессоры и связанные с ними модули оперативной памяти (ОЗУ). Конфликты, возникающие при обращении нескольких процессоров к одному модулю ОЗУ, могут существенно повлиять на производительность комплекса в целом. Подсистема памяти имеет иерархическую многоуровневую структуру. Именно такая структура и исследуется в моделях.

Другой проблемой при разработке моделей был выбор состава параметров, описывающих объекты. Они должны обеспечивать уяснение основных особенностей функционирования высокопроизводительных вычислительных систем и их устройств. При этом второстепенные факторы, усложняющие восприятие, необходимо отбросить.

Описываемый подход привел к использованию упрощенных моделей систем. Так, в них не отображаются периферийные устройства, включая ВЗУ. Модели содержат минимальное количество элементов, которого достаточно для уяснения особенностей работы объекта.

Описание моделей для исследования

высокопроизводительных вычислительных систем

Рассматриваемые модели представляют собой пакет программ имитационного моделирования вычислительных комплексов, имеющих различную структуру. Он предназначен для проведения лабораторных работ по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные системы» для направлений 230100 и 231000. Пакет может быть полезен при исследовании реальных вычислительных комплексов, имеющих подобную архитектуру. Он позволяет изучить особенности организации вычислительных процессов в центральной части многопроцессорных комплексов, а также в подсистеме их памяти. Имеется возможность исследовать влияние самых разнообразных факторов на производительность этих устройств и систем. Пакет обеспечивает оценку временных характеристик. Он включает в себя имитационные модели для исследования следующих систем:

- 1) Многопроцессорного комплекса, имеющего фиксированную структуру;
- 2) Многопроцессорного комплекса с переменной структурой;
- 3) Многоуровневой подсистемы памяти вычислительных комплексов.



Многопроцессорные вычислительные системы строятся, как правило, на основе одинаковых устройств: процессоров, модулей ОЗУ, ВЗУ и др., которые работают под управлением общей операционной системы. Центральная часть таких систем состоит из нескольких процессоров и модулей памяти, соединенных сетью связи [1].

Исследование влияния конфликтов в центральной части многопроцессорных комплексов на время выполнения программ и производительность системы является одной из важных проблем теории вычислительных систем [1, 2]. Имитационная модель комплекса, работающего в мультипрограммном режиме, реализована в предлагаемой работе. В ней представлено три процессора и три модуля ОЗУ. Большее количество устройств усложнит модель и затруднит изучение системы. Результаты представляются в виде временных диаграмм использования процессоров, как показано на рис. 1. Модель позволяет выявить оптимальный порядок обращения процессоров к ОЗУ, а также влияние на характеристики системы соотношения времен счета и обращения к памяти.

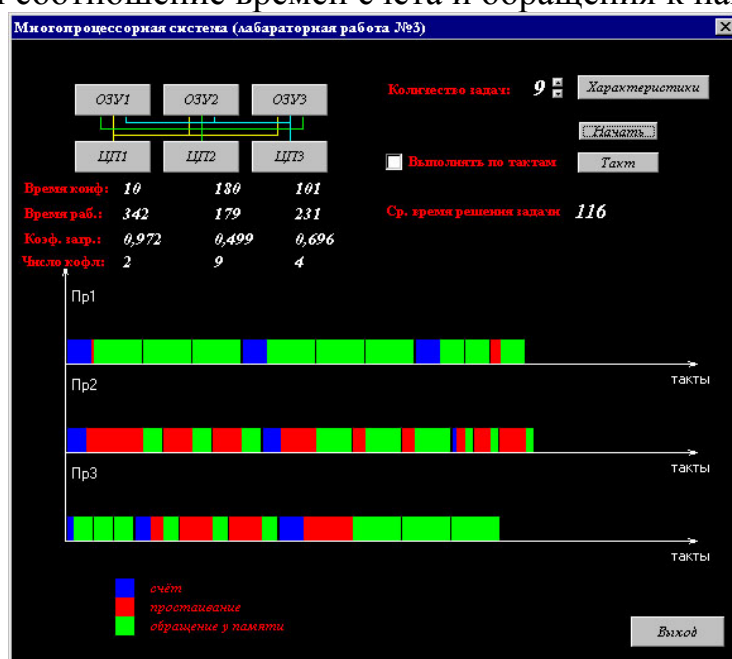


Рис. 1

Модель комплекса переменной структуры обеспечивает изучение особенностей работы таких систем при разном количестве процессоров и ОЗУ, а также различных характеристиках задач, которые могут многократно обращаться к памяти, как это происходит в системах с виртуальной памятью.

Во время моделирования на схеме работа процессора отмечается своим цветом. Если процессор простаивает, то он отмечается красным цветом. ОЗУ, к которому осуществляется обращение, закрашивается цветом соответствующего процессора. Если ОЗУ свободно, то его цвет белый (см. рис. 2). В центре формы рисуется диаграмма, показывающая состояние каждого процессора в каждом такте: синим цветом обозначается счёт, зелёным – обращение к памяти и красным – простой.

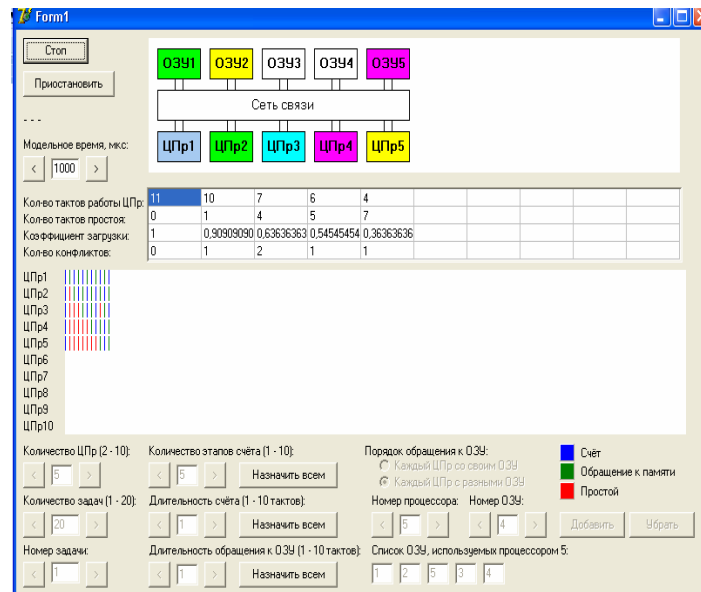


Рис. 2

В последней модели исследуется архитектура многопроцессорного вычислительного комплекса UMA SMP с шинной организацией, содержащая следующие основные устройства подсистемы памяти:

- а) оперативная память;
- б) кэш-память;
- в) локальная память.

Общая структура исследуемого комплекса приведена на рисунке 3. Она соответствует системе, содержащей кэш уровней L 1, L 2 и L 3 [1 - 3].

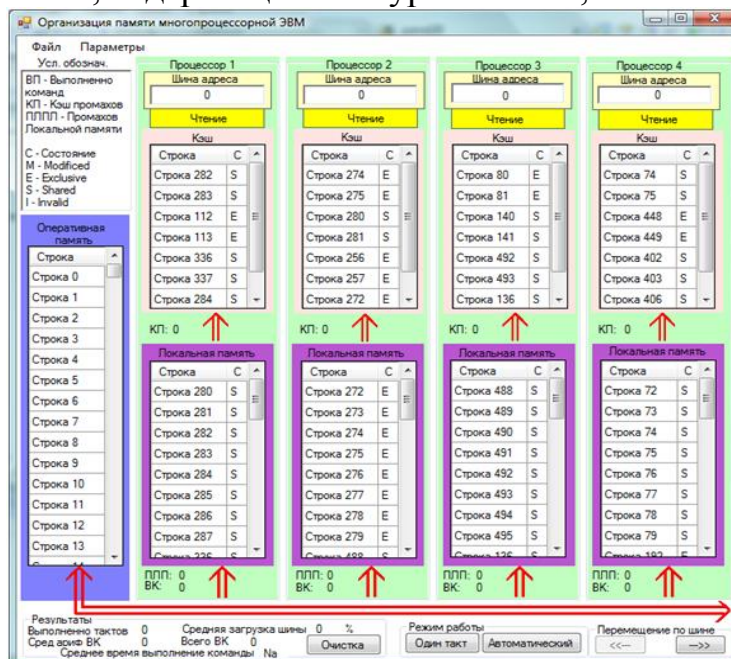


Рис. 3

Модель использует принцип «локальности ссылок». В ней перепись информации с нижнего уровня в верхний осуществляется блоками строк, имеющих последовательные адреса. Модель позволяет исследовать влияние на характеристики системы количества процессоров, структуры памяти, а также



структуры программы. Имеется возможность определить условия эффективной работы комплекса, а также максимальное значение числа процессоров для подобных структур.

Заключение

Предлагаемый программный комплекс содержит три модели типовых многопроцессорных систем. Он используется при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные системы» студентами направлений 230100 и 231000. Имитационные модели разработаны с использованием универсальных сред (Delphi и C++). Они являются упрощенными и воспроизводят основные элементы структур и режимов функционирования объектов, что обеспечивает простоту усвоения материала и позволяет определять наиболее оптимальные параметры структур и режимов. Важной особенностью моделей является визуализация исследуемых процессов. Она обеспечивает максимальную наглядность и оптимальный режим обучения.

Литература

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум.- Изд. 5-е.- СПб., 2010. - 848 с.
2. Хамахер, К. Организация ЭВМ: пер. с англ. / К. Хамахер, З.Вранешич, С. Заки; Сер.: Классика computer science.- Изд. 5-е.; - СПб: Питер, 2003г. - 845 с.
3. Орлов С.П. Организация компьютерных систем: учебное пособие/С.П. Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 188 с.

Е.Е. Ивашко, А.С. Румянцев, А.Л. Чухарев, А.С. Головин

ЗАДАЧА ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт прикладных математических исследований
Карельского научного центра Российской академии наук)

Значительная часть современных бизнес-процессов происходит с использованием информационных технологий. При этом обработка данных, используемых или порожденных такими процессами, происходит в центрах обработки данных. Согласно определению Ассоциации производителей в области телекоммуникаций (ТИА), центр обработки данных (далее ЦОД) — это здание (или его часть), включая оборудование для обработки данных, размещенное в машинном зале, вспомогательную инженерную инфраструктуру (управление электропитанием, обеспечение бесперебойного и резервного питания), коммуникационное оборудование, системы создания необходимых условий окружающей среды (охлаждение, осушение, очистка воздуха), системы пожаротушения, средства обеспечения безопасности [1].